УДК 519.217:519.718:519.837

И.В. ЮРЧЕНКО, В.К. ЯСИНСКИЙ

СУЩЕСТВОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛОВ ЛЯПУНОВА–КРАСОВСКОГО ДЛЯ СТОХАСТИЧЕСКИХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ИТО–СКОРОХОДА ПРИ УСЛОВИИ УСТОЙЧИВОСТИ РЕШЕНИЙ ПО ВЕРОЯТНОСТИ С КОНЕЧНЫМ ПОСЛЕДЕЙСТВИЕМ

Аннотация. Установлено, что для динамических систем случайной структуры с конечной предысторией, обладающих свойством той или иной вероятностной устойчивости, существуют функционалы Ляпунова–Красовского с определенными свойствами.

Ключевые слова: системы случайной структуры, последействие, устойчивость, функционалы Ляпунова–Красовского.

ВВЕДЕНИЕ

Основными трудами по устойчивости и оптимальной стабилизации для детерминированных систем обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений с последействием являются работы Н.Н. Красовского, А.Н. Летова и Э.А. Лидского [1, 2], В.Б. Колмановского, В.Р. Носова и Л.Е. Шайхета [3, 4], а также источники, включенные в указанные работы в виде ссылок.

Систематическое описание возможности учета импульсных возмущений в дифференциальных уравнениях представлено в монографии А.М. Самойленко, Н.А. Перестюка [5]. Эта ситуация также предметно изучена не только для дифференциальных уравнений, но и для разностных уравнений в монографии Е.Ф. Царькова, М.Л. Свердана [6].

Влияние марковских возмущений на устойчивость динамических систем описано в работах В.С. Королюка, Н. Лимниоса [7], О.А. Андреевой, В.Б. Колмановского, Л.Е. Шайхета [3], Р.З. Хасьминского [8], И.Я. Каца, Н.Н. Красовского [9], С. Горелика [10], В.Б. Колмановского, Р.З. Хасьминского [11], Е.Ф. Царькова, В.К. Ясинского [12, 13], в работах других авторов [14–17], в фундаментальной монографии А.В. Скорохода [18], а также в источниках, включенных в указанные труды в виде ссылок. Метод функций Ляпунова в задачах устойчивости и стабилизации систем случайной структуры описан в монографии И.Я. Каца [19]. Устойчивость автономной динамической системы с быстрым марковским переключением изучалась в трудах В.С. Королюка [20–22].

В этой работе рассмотрена и решена задача о поведении динамической системы при наличии марковских возмущений (параметров), которая обладает свойством асимптотической устойчивости по вероятности в целом, а в случае линейных систем — свойством экспоненциальной устойчивости в среднем квадратичном.

Идея асимптотики решения вышеупомянутой задачи основывается на методе функций и функционалов Ляпунова [11]. Для динамических систем с последействием эта идея нашла воплощение в работах [3, 6, 12–14, 19, 23–28].

Данная работа является развитием идей и методов исследования асимптотической устойчивости в целом в интерпретации стохастики импульсных динамических систем, учитывающих марковские возмущения.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Пусть на вероятностном базисе $(\Omega, F, P, \mathcal{F}\}$, $\{\mathcal{F} \equiv F_t \subset F, t \geq 0\}$, задана динамическая система случайной структуры (ДССС) с конечным последействием